


 ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011119203/28, 12.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.05.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.05.2011

(45) Опубликовано: 10.11.2012 Бюл. № 31

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 0006984980 B2, 10.01.2006. JP 2005127766 A, 19.05. 2005. US 0004350955 A1, 21.09.1982. The Bridged loop-gap resonator: A resonant structure for pulsed ESR transparent to high-frequency. Review of Scientific Instruments. 1988, т.59, №5, с.752-760. JP 2002214315 A, 31.07.2002.

Адрес для переписки:

 620000, г.Екатеринбург, пр. Ленина, 51,
 Уральский федеральный университет

(72) Автор(ы):

 Рокеах Александр Ицкович (RU),
 Артемов Михаил Юрьевич (RU)

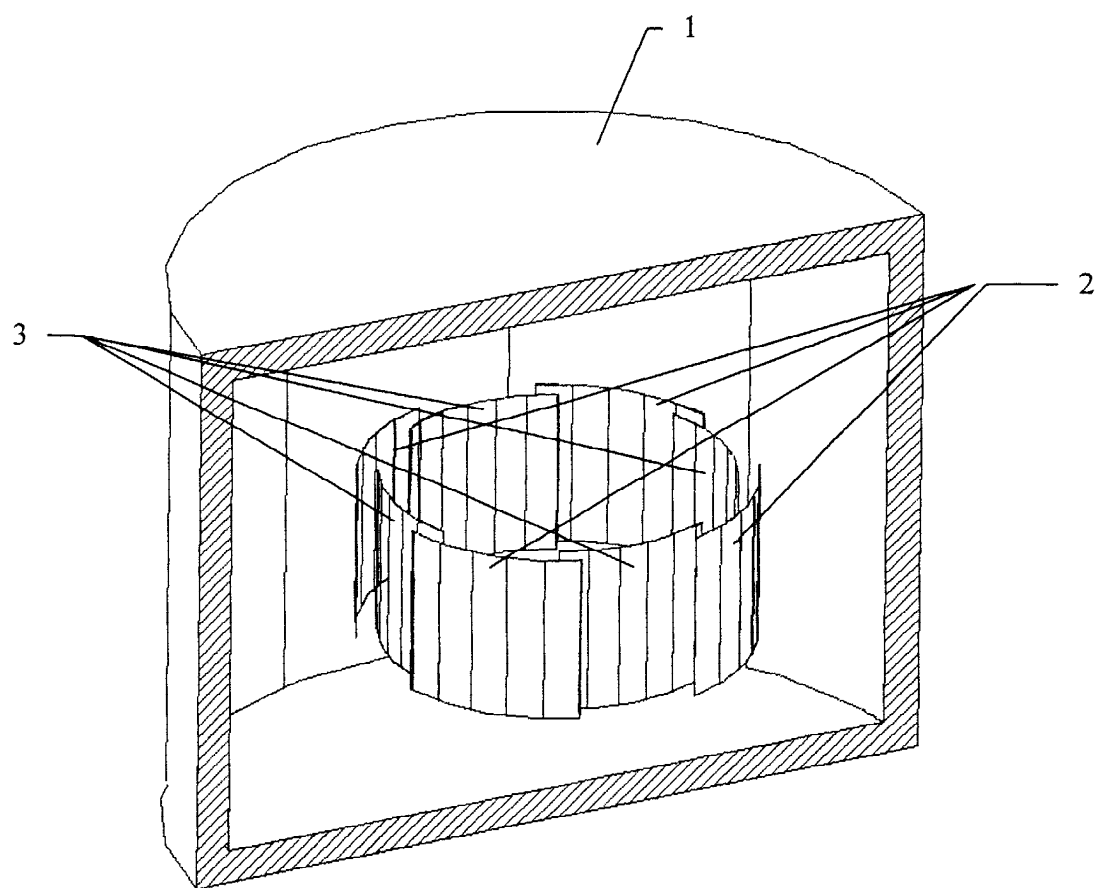
(73) Патентообладатель(и):

 Федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования
 "Уральский федеральный университет имени
 первого Президента России Б.Н.Ельцина"
 (RU)
(54) ПЕТЛЕВОЙ РЕЗОНАТОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике, в частности к измерительным резонаторам для исследования взаимодействия электромагнитного СВЧ поля с веществом, и может быть использовано в спектрометрах электронного парамагнитного резонанса и двойного электронно-ядерного резонанса. Техническим результатом является создание петлевого резонатора с возможностью многократной перестройки резонансной частоты и малым проникновением СВЧ электрического поля внутрь рабочего объема. Технический результат достигается за счет того, что в петлевом резонаторе, содержащем помещенную в проводящий экран резонансную систему, сформированную двумя коаксиально

расположенными группами электродов разного диаметра, каждая из которых включает один или несколько пленочных металлических электродов, имеющих форму части цилиндрической поверхности, ограниченной двумя дугами и двумя образующими цилиндра, разделенных зазорами и ориентированных таким образом, что зазоры одной группы полностью перекрыты электродами другой группы, при этом вышеупомянутые группы электродов выполнены с возможностью взаимного вращения друг относительно друга, а угловые размеры электродов обеих групп и угловые размеры электродов и зазоров в каждой группе соизмеримы. 1 ил.



RU 2 4 6 6 4 1 4 C 1

RU 2 4 6 6 4 1 4 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2011119203/28, 12.05.2011**(24) Effective date for property rights:
12.05.2011

Priority:

(22) Date of filing: **12.05.2011**(45) Date of publication: **10.11.2012 Bull. 31**

Mail address:

**620000, g.Ekaterinburg, pr. Lenina, 51, Ural'skij
federal'nyj universitet**

(72) Inventor(s):

**Rokeakh Aleksandr Itsekovich (RU),
Artemov Mikhail Jur'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Ural'skij
federal'nyj universitet imeni pervogo Prezidenta
Rossii B.N.El'tsina" (RU)****(54) LOOP RESONATOR**

(57) Abstract:

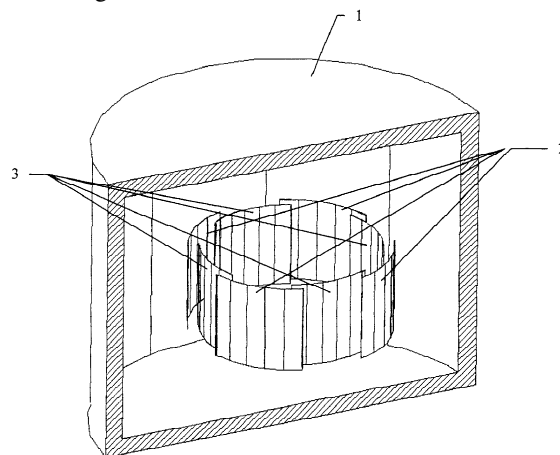
FIELD: physics.

SUBSTANCE: in a loop resonator, having a resonance system placed in a conducting screen, said resonance system being formed by two coaxially arranged groups of electrodes of different diameter, each including one or more film-type metal electrodes having the shape of part of a cylindrical surface, bounded by two arcs and two edges of a cylinder separated by gaps and aligned such that the gaps of one group are completely covered by electrodes of the other group, wherein said groups of electrodes are adapted for mutual rotation about each other, and angular dimensions of the electrodes of both groups and angular dimensions of electrodes and gaps in each group are comparable.

EFFECT: design of a loop resonator with

possibility of multiple tuning of resonance frequency and low penetration of the microwave electric field into the working volume.

1 dwg



Изобретение относится к измерительной технике, в частности к измерительным резонаторам для исследования взаимодействия электромагнитного СВЧ поля с веществом, и может быть использовано в спектрометрах электронного парамагнитного резонанса и двойного электронно-ядерного резонанса.

Для увеличения чувствительности измерительной аппаратуры исследуемый объект обычно помещается внутрь резонансной структуры таким образом, чтобы обеспечить возбуждение исследуемого объекта интенсивным СВЧ магнитным полем и максимальную зависимость регистрируемых параметров резонансной структуры от исследуемых свойств объекта.

Наиболее распространены различные варианты полых СВЧ резонансных структур, являющихся структурами с распределенными параметрами, в которых электрическое и магнитное СВЧ поля существенно перекрываются в одной и той же области пространства. Как правило, такие системы имеют относительно высокую добротность и невысокий коэффициент связи образца с СВЧ магнитным полем (коэффициент заполнения).

К недостаткам таких систем относится значительное пространственное перекрытие электрического и магнитного СВЧ полей, что препятствует исследованию образцов, обнаруживающих значительное поглощение энергии электрического поля, и низкое временное разрешение (большое время восстановления), связанное с высоким коэффициентом добротности.

Кроме того, известны петлевые резонаторы (структура петля-зазор), которые являются резонансными структурами с сосредоточенными параметрами (петля-индуктивность, зазор-емкость). Такие резонаторы могут конструироваться таким образом, что СВЧ электрическое и магнитное поля оказываются существенно разделены в пространстве, они имеют низкую добротность, что обеспечивает малое время восстановления (высокое временное разрешение), а высокая чувствительность достигается за счет большого коэффициента заполнения.

Известен петлевой резонатор (аналог), описанный в статье W.Froncisz, James S. Hyde, The Loop-Gap Resonator: A New Microwave Lumped Circuit ESR Sample Structure, Journal of Magnetic Resonance 47, p.515-521, 1982, который содержит металлизированную трубку из керамики или кварца, помещенную в цилиндрический экран. Слой металлизации на трубке разделен на две или четыре равные части зазорами, параллельными оси трубки. Участки цилиндрической металлизации образуют индуктивности, а зазоры - емкости резонансного контура. Исследуемый образец помещается в центр трубки.

Недостатком аналога является отсутствие возможности компенсации разброса резонансной частоты, возникающего вследствие неизбежных технологических погрешностей. Некоторые типы спектрометров электронного парамагнитного резонанса могут работать в очень узкой полосе частот СВЧ, поэтому для них необходимы резонаторы с вполне определенной резонансной частотой. Кроме того, в данном резонаторе за счет краевых эффектов электрическое поле слабо локализовано в зазорах и распространяется в объем исследуемого образца.

В качестве прототипа выбран петлевой резонатор, описанный в статье Bridged loop-gap resonator: A resonant structure for pulsed ESR transparent high-frequency radiation. S.Pfenninger, J.Forrer, A.Schweiger, and T.Weiland, Rev. Sci. Instrum. 59, 752-760 (1988).

Резонансная структура образована тонкими металлическими пленочными электродами, нанесенными на внутреннюю и внешнюю поверхности кварцевой трубки, помещенной в проводящий экран. На внутренней поверхности трубки слой металла разделен двумя относительно узкими зазорами, параллельными оси трубки и

лежащими напротив друг друга. Получившиеся две полупетли образуют индуктивность этой резонансной структуры. Зазоры между полупетлями перекрываются пленочными металлическими электродами (мостами-перемычками) на внешней поверхности трубки, ширина которых превышает ширину перекрываемого зазора, вследствие чего создаются области перекрытия, в которых металлизация имеется как на внутренней, так и на внешней поверхности трубки, формируя емкость резонансной структуры. Исследуемый образец помещается в центр кварцевой трубки, а резонансная частота определяется индуктивностью двух полуколец, емкостями двух областей зазора и размером экрана. Изменение резонансной частоты производится изменением площади перекрытия электродов на внутренней и внешней поверхности трубки путем подскабливания перемычек.

К недостаткам прототипа относятся сложность и необратимость процесса подгонки резонансной частоты, а также значительное проникновение СВЧ электрического поля в рабочий объем.

Задачей технического решения является создание петлевого резонатора с возможностью многократной перестройки резонансной частоты и малым проникновением СВЧ электрического поля внутрь рабочего объема.

Поставленная задача решается за счет того, что в петлевом резонаторе, содержащем помещенную в проводящий экран резонансную систему, сформированную двумя коаксиально расположенными группами электродов разного диаметра, каждая из которых включает один или несколько пленочных металлических электродов, имеющих форму части цилиндрической поверхности, ограниченной двумя дугами и двумя образующими цилиндра, разделенных зазорами и ориентированных таким образом, что зазоры одной группы полностью перекрыты электродами другой группы, вышеупомянутые группы электродов выполнены с возможностью взаимного вращения друг относительно друга, а угловые размеры электродов обеих групп и угловые размеры электродов и зазоров в каждой группе соизмеримы.

Предлагаемое техническое решение поясняется чертежом, на котором изображен петлевой резонатор.

Петлевой резонатор содержит помещенную в проводящий экран 1 резонансную систему, сформированную двумя коаксиально расположенными и установленными с возможностью взаимного вращения друг относительно друга группами электродов 2 и 3 разного диаметра, разделенных зазорами, каждая из которых включает, например, по 4 пленочных металлических электрода, имеющих форму части цилиндрической поверхности, ограниченной двумя дугами и двумя образующими цилиндра, и такое же количество зазоров, ориентированных таким образом, что зазоры группы 3 полностью перекрываются электродами группы 4, при этом угловые размеры электродов обеих групп и угловые размеры электродов и зазоров в каждой группе соизмеримы.

Резонансная частота системы определяется индуктивностью $2n$ неперекрывающихся участков электродов и $2n$ емкостями, образованными перекрывающимися краями электродов, а также внешним экраном, где n - число электродов в одной группе. Максимальная суммарная емкость контура, а следовательно, минимальная частота будет соответствовать симметричной ориентации проводящих участков и зазоров. При повороте одной группы электродов по отношению к другой в любую сторону от симметричной ориентации емкость будет уменьшаться, а частота резонанса увеличиваться. Широкие зазоры между электродами в одной группе, соизмеримые по угловому размеру с электродом,

минимизируют вклад краевой емкости между электродами в эффективную емкость резонансного контура, определяемую главным образом областями перекрытия электродов разных групп. Таким образом, СВЧ электрическое поле оказывается локализованным в областях перекрытия электродов, а не в рабочем объеме внутри группы меньшего диаметра.

Формула изобретения

Петлевой резонатор, содержащий помещенную в проводящий экран резонансную систему, сформированную двумя коаксиально расположенными группами электродов разного диаметра, каждая из которых включает один или несколько пленочных металлических электродов, имеющих форму части цилиндрической поверхности, ограниченной двумя дугами и двумя образующими цилиндра, разделенных зазорами и ориентированных таким образом, что зазоры одной группы полностью перекрыты электродами другой группы, отличающийся тем, что группы электродов выполнены с возможностью взаимного вращения относительно друг друга, а угловые размеры электродов обеих групп и угловые размеры электродов и зазоров в каждой группе соизмеримы.